

## Física II - Biociencias y Geociencias (Curso 2011)

### Practico 7 – ONDAS VIAJERAS Y ESTACIONARIAS

#### ➤ Ejercicios de musculación:

7.1 La distancia entre dos máximos sucesivos de una onda es de  $1,2\text{ m}$  y ocho máximos pasan por un punto dado a lo largo de la dirección de propagación cada  $12\text{ s}$ . Calcule la velocidad de la onda.

7.2 Una onda sinusoidal viaja por una cuerda. El oscilador que genera la onda, completa 40 vibraciones en 30 s. Además, un máximo dado viaja  $425\text{ cm}$  a lo largo de la cuerda en 10s. ¿Cuál es la longitud de onda?

7.3 Una onda en una cuerda se describe por medio de  $y(x,t) = (0,12\text{ m}) \sin \pi(x/8 + 4t)$

- Determine la velocidad y aceleración transversales de la cuerda en  $t = 0,2\text{ s}$  para el punto sobre la cuerda localizado en  $x = 1,6\text{ m}$ .
- ¿Cuáles son la longitud de onda, el período y la velocidad de propagación de esta onda?

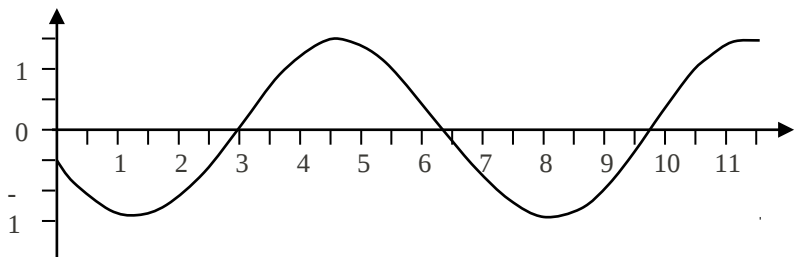
7.4 Dos pulsos que viajan en la misma cuerda se describen por medio de

$$y_1 = 5 / [(3x - 4t)^2 + 2]$$

$$y_2 = -5 / [(3x + 4t - 6)^2 + 2]$$

- ¿en que dirección viaja la onda?
- ¿En que tiempo se cancelan las dos ondas?
- ¿En que punto las dos ondas siempre se cancelan?

7.5 La gráfica muestra una cuerda tendida a lo largo del eje  $x$ , en que se propaga una onda transversal y sinusoidal con velocidad  $30\text{ m/s}$  hacia la derecha, en el instante  $t = 0$ . Escriba el desplazamiento  $y$  de la cuerda como función de  $x$  y  $t$ . En la gráfica  $y$  es en  $\text{cm}$  y  $x$  es en  $\text{m}$ .



7.6 Las ondas en el océano con una distancia de cresta a cresta de  $10\text{ m}$  pueden describirse mediante

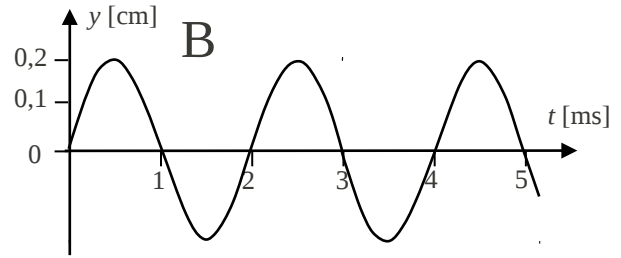
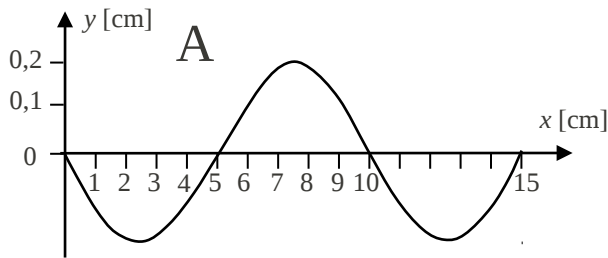
$$y(x,t) = (0,8\text{ m}) \sin [0,63(x - v \cdot t)]$$

donde  $v = 1,2\text{ m/seg}$ .

- Dibuje  $y(x,t)$  en  $t = 0$ .
- Dibuje  $y(x,t)$  en  $t = 2\text{ s}$ .

Advierta como toda la forma de la onda se ha movido  $2,4\text{ m}$  en la dirección  $x$  positiva en este intervalo de tiempo.

- 7.7 En una cuerda elástica se mueve una onda progresiva transversal sinusoidal. Las siguientes dos gráficas representan (A) el desplazamiento  $y$  de la cuerda como función de  $x$  a tiempo  $t=0$ , y (B) el desplazamiento como función de  $t$  en la posición  $x=0$ .



Dar una función que represente el desplazamiento  $y$  de la cuerda como función de  $x$  y  $t$  ( $x$  y  $y$  están medidos en  $cm$ , y  $t$  en  $ms$ ).

- 7.8 La frecuencia fundamental de una cuerda de longitud  $0,5$  m, con los dos extremos fijos, es  $f_1 = 50$  Hz. ¿Cuánto demora un pulso en viajar de un extremo de la cuerda al otro? (Supongamos, como solemos hacer, que la cuerda es un medio sin dispersión, es decir que toda onda viajera viaja con la misma velocidad.)
- 7.9 Una cuerda de  $70$  cm y masa  $1,2$  g, fija en ambos extremos, vibra en su modo fundamental a  $220$  Hz.  
a) Encontrar la tensión de la cuerda. b) Determinar la frecuencia del tercer armónico.
- 7.10 ¿Cuál es la mayor longitud de onda del sonido que puede resonar en un tubo cerrado en un extremo y abierto en el otro de longitud  $10$  cm?

➤ **Preguntas para pensar, discutir y charlar...**

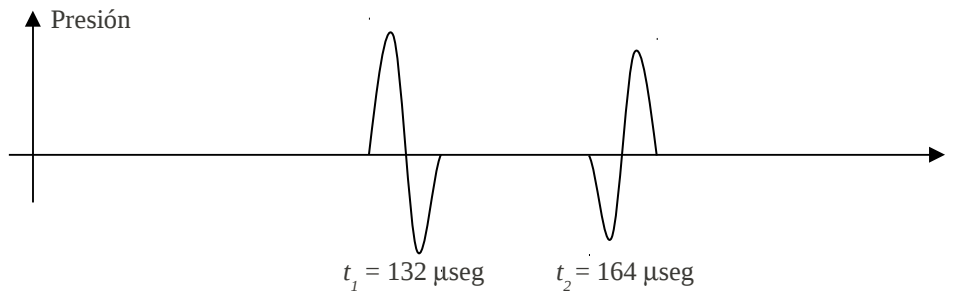
- \* ¿Por qué cuando una persona inhala helio de un globo, su voz suena como la del pato Donald?
- \* En el diseño de muchos instrumentos musicales de cuerdas, como la guitarra, violín, etc..., una gran cantidad tienen una cavidad resonante adjunta a las cuerdas del instrumento. ¿Por qué cree que es esto necesario? ¿Para qué sirve dicha cavidad?

➤ **Acercándonos al “mundo real”...**

- 7.11 En un terremoto la fractura repentina de la roca en un punto denominado el “foco” del terremoto produce ondas longitudinales y transversales que viajan con velocidades distintas. Las ondas longitudinales tienen velocidad cercana a  $8,0$  km/seg y las ondas transversales cercana a  $4,0$  km/seg (en la roca cerca de la superficie de la Tierra). Si la primera onda *transversal* es detectada por un sismógrafo  $220$  segundos después de la llegada de la primera onda *longitudinal* al sismógrafo, ¿a qué distancia está el foco del terremoto del sismógrafo? (Despreciar el efecto de la curvatura de la Tierra y suponer que el foco del terremoto está cerca de la superficie de la Tierra).
- 7.12 Una imagen ecográfica se forma emitiendo un pulso estrechamente colimado de ultrasonido y midiendo el tiempo que demoran en volver las reflexiones, ó “ecos”, de este pulso al punto de emisión. Las reflexiones se producen en discontinuidades del medio, por ejemplo en la interfase entre carne y hueso, donde cambia la densidad ó compresibilidad. Si se conoce la velocidad del sonido en los distintos materiales en el trayecto se puede calcular las distancias desde el punto de emisión hasta las discontinuidades a lo largo del trayecto. Haciendo muchos

de estos sondeos unidimensionales uno puede formar una imagen bi ó tri-dimensional.

Se emite un pulso de ultrasonido a través de la pierna del “veterano” rugbier «All Black» J. Lomu, y se sabe que la velocidad del sonido en la carne es  $v_c = 1,5 \times 10^3$  m/seg y en el hueso es  $v_h = 3,0 \times 10^3$  m/seg. Si el pulso se emite a tiempo  $t=0$ , y la intensidad de ultrasonido reflejado que se recibe en el punto de emisión es como se muestra en la de la gráfica, ¿cuál será la profundidad en la que se encuentra el hueso del neozelandes, en el que se refleja el ultrasonido y cuál es la longitud del trayecto seguido por el ultrasonido dentro del hueso?



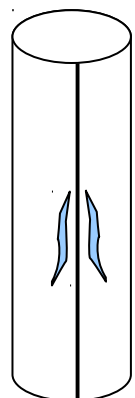
**7.13** Una cuerda de guitarra vibra en su modo fundamental a 440 Hz. Ahora la cuerda se tensa ajustando un tornillo, enrollando un extremo de la cuerda. Como consecuencia de esto, aumenta la tensión en un 5% del valor anterior, y también aumenta su longitud en un 5 % del valor inicial. Si la separación entre los puntos donde está sujeta la cuerda queda igual (ya que la longitud “extra” que se generó por el estiramiento de la cuerda, es enrollada en los tornillos), ¿cuál será la nueva frecuencia fundamental de la cuerda?

**7.14** La velocidad de onda en la cuerda de mayor frecuencia de un violín es de 435 m/seg y su longitud es  $L = 0,33$  m. Si por un instante el violinista toca la cuerda ligeramente en un punto a una distancia  $L/3$  de un extremo, se produce en ese punto un nodo. ¿Cuál es la menor frecuencia que puede producirse ahora en la cuerda?

**7.15** Las cuerdas de máxima y mínima frecuencia de un piano se afinan a las frecuencias fundamentales  $f_a = 4186$  Hz y  $f_b = 32,8$  Hz. Sus longitudes son 0,051 m y 1,98 m, respectivamente. Si la tensión en ambas cuerdas es la misma, ¿cuál es la razón de las masas por unidad de longitud en las dos cuerdas?

**7.16** Un tubo de un órgano, abierto en ambos extremos, produce la nota Do mayor (262 Hz) cuando sostiene una onda estacionaria en su tercer armónico. ¿Cuál es la longitud del tubo en metros?

**7.17** Un instrumento musical imaginario consiste de un tubo cerrado en los dos extremos, con una apertura en la pared lateral, y una cuerda estirada fuera y paralela al tubo tal que pasa sobre la apertura. La cuerda y el tubo tienen la misma longitud de 50 cm. Al tocar la cuerda, los primeros 5 armónicos son excitados apreciablemente. Los armónicos de la cuerda dan lugar a un sonido fuerte solo si su frecuencia es cercana a una frecuencia resonante del tubo. La tensión en la cuerda es 588 N y su masa es 10 g. Al calcular las frecuencias resonantes del tubo no tomen en cuenta las pequeñas aperturas dibujadas en el costado del tubo.



a) ¿Cuáles son las frecuencias de los armónicos que están amplificadas de esta manera?

b) ¿Cuáles serían las frecuencias si uno de los extremos del tubo se abre?

## EJERCICIOS PARA ENTREGAR

1. Sonido incidente sobre el oído produce una onda en el aire en el oído externo, que es especialmente grande si la frecuencia del sonido incidente coincide con una frecuencia resonante del oído externo, por lo cual sonidos de estas frecuencias se detectan mejor. El efecto es más notorio para la frecuencia fundamental. El oído externo se puede modelar como un tubo de 2,7 cm de longitud con un extremo cerrado. Si se utiliza este modelo, ¿qué frecuencia sonora sería la que mejor se detectaría? Compara esto con la observada frecuencia de mayor sensibilidad, de aproximadamente 3000 Hz.
2. Se puede “ver” nitidamente, o con luz o por sonido reflejado, solo objetos o relieve de tamaño mayor que la longitud de las ondas siendo usados. Esto probablemente es un motivo porque delfines y murciélagos, que usan el sonido mucho más que nosotros para percibir el mundo, emiten chillidos de muy corta longitud de onda.
  - a) Los delfines emiten ondas ultrasónicas de frecuencia  $1,5 \times 10^5$  Hz; ¿cuál es la longitud de onda de las ondas ultrasonoras emitidas por los delfines en el agua? La velocidad del sonido en el agua donde se encuentran nadando los delfines es 1500 m/seg.
  - b) Los murciélagos emiten chillidos a una frecuencia de  $10^5$  Hz, ¿cuál es la longitud de onda de los chillidos emitidos por los murciélagos en el aire? La velocidad del sonido en el aire es 343 m/seg.
  - c) Una persona ciega tiene buenos oídos que son sensibles a frecuencias hasta 20 000 Hz. ¿Le parece que este ciego podría en principio ubicar una pelota de tenis recostada en el piso usando ecos de sonidos ambientes (suponiendo que hay sonidos ambientes de todas las frecuencias audibles)? Si el único sonido que le está disponible es su propia voz, que llegan hasta 5000 Hz ¿podría hacerlo?

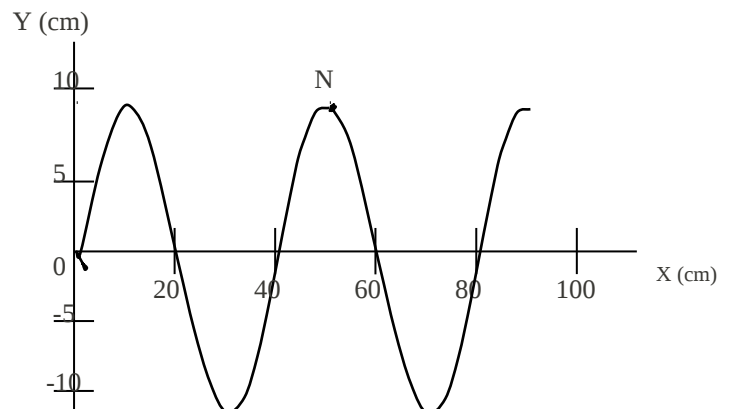
### Ejercicios de examen

**Segundo parcial 2006** Una onda en una cuerda se describe por la siguiente función matemática:  $y = (0,002 \text{ m}) \sin((16 \text{ rad/m})x - (3142 \text{ rad/s})t)$ . Si la masa por unidad de longitud es 4,1 g/m en esa cuerda, entonces la tensión en la misma es

- a) 123 N      b) 205 N      c) 182 N      d) 196 N      e) 158 N

**Examen agosto 2007** En la figura se muestra la forma de una cuerda en el tiempo  $t = 0$ , por la cual viaja una onda progresiva hacia la derecha. Se sabe que el punto N realiza un movimiento oscilatorio demorando 0,3 s en volver al mismo lugar. ¿Cuánto vale la velocidad del punto N a los 0,1 s?

- a) 1,81 m/s  
b) 0,87 m/s  
c) 0 m/s  
d) 2,08 m/s  
e) -1,81 m/s



**Examen marzo 2007** Una onda periódica viaja por una cuerda hacia la derecha con una velocidad de propagación de 5 m/s. La velocidad y aceleración transversales máximas que experimenta cualquier punto de la cuerda son de 20 m/s y  $25 \text{ m/s}^2$  respectivamente. Si el punto en  $x = 0$  tiene altura nula y velocidad negativa en el instante  $t = 0$ , entonces la altura del punto en  $x = 2 \text{ m}$ , en el instante  $t = 2 \text{ s}$ , es de:

- a) -14,5 m      b) -0,6 m      c) 3,8 m      d) 9,1 m      e) 18,4 m